仕様書

１．件名：　　平成24年度　発電用原子炉等安全対策高度化技術開発
免震システムの評価手法開発（PWR渡り配管本解析）

２．目的

本仕様書にて定める作業の目的は以下の通りである。

建屋免震設計は、地震時に建屋に加わる加速度を大きく低減でき、近年、２次元免震装置は国内の一般建築物に広く採用されるようになった。この免震設計を原子力施設の建屋に導入することで、免震装置の余裕により仮に設計想定地震条件を超えるような地震が発生した場合にも、建屋や機器の耐え得る裕度を更に拡大することが期待できる。また、これまで国内の原子力発電施設は、立地場所の地震条件に応じ原子炉建屋の壁厚や床面積を変更する等、個別の耐震設計を行ってきたが、地震条件の差を免震装置で吸収することにより立地場所に依らず標準的に設計された施設を設置することが可能となる。

一方、安全規制の環境としては、平成18年9月19日に「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」（以下「審査指針」という。）が改訂され、改訂前の審査指針の基本方針で記載されていた岩盤支持の要求がなくなり国内でも免震設計が導入可能な状況となった。しかし、地震力の算定に当たっては、基準地震動を用いて、水平方向及び鉛直方向について適切に組み合わせたものとすることが求められ、免震設計についても水平及び鉛直の同時入力を考慮することが必要となっている。さらに、この審査指針では「残余のリスク」（策定された地震動を上回る地震動の影響が施設に及ぶことにより、施設に重大な損傷が発生すること、あるいはそれらの結果として周辺公衆に対して放射線被ばくによる災害を及ぼすことのリスク）の低減努力が求められており、使用する免震装置や配管等について、設計条件を超えた領域での裕度の評価が必要である。

また、免震設計に係る国内民間規格としてJEAG4614-2000「原子力発電所免震構造設計技術指針」が制定されているが、これを実際の施設設計に適用するためには、上記審査指針の反映が必要となっている。具体的には、水平及び鉛直動の同時入力時の免震装置挙動や設計条件を超えた領域における免震装置耐力の把握、これらを踏まえた免震建屋挙動評価手法の確立、並びに地震時に比較的大きな相対変位が生じる免震建屋と非免震建屋の間を渡る配管等の健全性評価手法の確立が必要である。

これらの課題を踏まえ、本開発では原子力発電施設について免震設計・評価手法を確立して免震設計の導入を図り、地震時における原子力発電施設の安全性高度化に資することを目的とする。

本件は、発電用原子炉施設向けの免震装置の実証に必要な実施項目のうち、渡り配管本解析を実施する。H24年度に実施する渡り配管本解析では、H23年度の渡り配管本解析準備検討の成果、別途実施する建屋地震応答本解析結果、渡り配管小規模配管試験の結果を反映して、PWR渡り配管の多入力地震応答解析を実施して構造成立性を検討する。

３．実施内容

本仕様書にて定める実施内容は以下の通りである。なお、検討に必要な情報については三菱重工業から提示する。

(1) 渡り配管解析及び設計評価手法の検討

H23年度に実施した渡り配管本解析準備検討、及び、渡り配管小規模配管試験の結果を反映して、PWR発電用原子炉施設の代表配管など（例えば配管、ダクト、トレイ）を対象に、PWR建屋３次元地震応答解析結果から得られる地震入力に対して、多入力や水平・上下3方向同時入力を考慮した渡り配管本解析の解析手法及び設計評価手法を検討する。

(2) 渡り配管本解析検討

上記(1)項で検討した渡り配管本解析の解析手法及び設計評価手法に基づいて、PWR渡り配管の多入力地震応答解析を実施して構造成立性を検討する。

H23年度までの検討結果から得られた渡り配管等の相対変位対応策（例えば、配管引廻しや伸縮継手など）を活用して、渡り配管等の設計ルート、支持方式の妥当性を確認する。

配管等ルートのモデル化範囲は、例えば免震建屋アンカから非免震建屋アンカまでとし、各アンカ点に変位もしくは加速度の入力条件を与える。地震力（設計地震動レベル）により発生する１次応力の評価及び建屋間の相対変位等により発生する２次応力の評価を行って構造健全性を確認する。また、継手等の回転角、部材応力についても構造健全性を確認する。

上記で検討した渡り配管本解析結果に基づいて、免震JEAGなどの規格へ反映できるようにPWR渡り配管解析評価の具体化検討を行う。

具体化検討では主に以下に示す検討項目に留意して検討を進める。

- 解析モデルの検討方法
  高応力発生部位（渡り配管曲げ管部等）のモデル化の検討など
- 多入力地震応答解析での入力方法の評価方法
  時刻歴法（加速度入力、変位入力）、応答スペクトル法の妥当性評価など
  スペクトル拡幅、免震建屋ばらつきの妥当性評価など
- 水平２方向・上下入力時の解析方法の評価方法
  絶対値和法、SRSS 法、組合せ係数法など

(3) 渡り配管終局強度評価手法の検討

耐力確認地震動レベルにおいて、渡り配管等の設計ルート、支持方式が免震装置の限界耐力以上の耐力を有することを確認するために、渡り配管等の終局強度評価手法及び許容基準を検討する。

検討に際しては、H23年度に実施した渡り配管本解析準備検討、及び、渡り配管小規模配管試験の結果を反映して終局強度の評価手法や許容基準を検討する。

(4) 渡り配管終局強度評価

耐力確認地震動レベルにおいて、渡り配管等の設計ルート、支持方式が免震装置の限界耐力以上の耐力を有することを確認するために、H24年度に実施する建屋本解析結果に基づく耐震条件を適用して解析評価を行い、許容基準に対する耐震裕度を検討する。

上記で検討した渡り配管の終局強度評価結果に基づいて、免震JEAGなどの規格へ反映できるようにPWR渡り配管解析評価の具体化検討を行う。

具体化検討では主に以下に示す検討項目に留意して検討を進める。

- 疲労評価手法の検討方法
  レインフロー法、Miner 則等の適用による等価繰返し回数の合理的評価手法の検討など
- 各耐震クラス渡り配管の許容限界、クライテリアの考え方の検討方法
  許認可、設計、確認評価における重要度クラスに応じたクライテリアに対する考え方など

(5) 報告書作成

(1)～(4)項の渡り配管解析及び設計評価手法の検討結果、渡り配管本解析検討結果、渡り配管解析評価の具体化検討結果等を解析報告書（本文はワードファイル、デジタルデータはエクセルファイル）にとりまとめる。

(1)～(4)項について途中、東京都区内又は神戸地区にて10回の打合せを実施し、東京都区内にて報告会1回を開催する。

４．実施条件

実施条件詳細は三菱重工から別途提示する。

５．実施期間および実施工程

実施期間は、契約締結日から平成２５年２月８日とする。
表１に実施工程を示す。

６．納入物及び納期

最終報告書１部及び報告書を収めたCD-ROM１枚
提出図書：添付１に提出図書を示す。

７.納入場所

報告書及びCD-ROM:三菱重工業株式会社神戸造船所（兵庫県神戸市）
提出図書：三菱重工業株式会社神戸造船所（兵庫県神戸市）

８．機密保持事項

本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見を、三菱重工業株式会社の事前承諾無しに第三者に開示してはならない。

９．知的財産権

（１）本仕様書に定められた作業によって得られた成果およびその知見は、三菱重工業株式会社に帰属するものとする。
（２）受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたって、第三者の知的財産権を侵害しないように十分注意すること。

１０．品質保証

受注者は、本購入仕様書に規定される作業を実施するにあたっては、別途に定める“調達先に対する品質保証要求事項（原子力施設にかかわる設計役務全般）”を遵守すること。

１１．その他

（１） 本仕様書と契約書の記載内容で、齟齬がある場合は本仕様書内容を正とする。
（２） 検収に際しては、検収用チェックシート（別添）に基づき、三菱重工業株式会社神戸造船所が確認するため、必要な書類は準備しておくこと。
（３） 各実施項目の納期が変更となる場合には、事前に三菱重工業株式会社神戸造船所に申請し承認を得るものとする。
（４） 実施内容の変更にあたっては、受注者は事前に発注者に申請し、承認を得るものとする。
（５） 作成した資料の情報管理区分については三菱重工業株式会社神戸造船所と協議し決定する。
（６） 本件の実施者は、発電用原子炉等安全対策高度化技術開発費補助事業における免震システム評価手法の開発の全体取りまとめに協力する。

表1　実施工程

平成24年度4半期	1	2	3	4
(1) 渡り配管解析及び設計評価手法の検討				
(2) 渡り配管本解析検討				
(3) 渡り配管終局強度評価手法の検討				
(4) 渡り配管終局強度評価				
(5) 報告書作成				
最終報告書提出				▼ H25/2/8

添 付

提出図書 一覧

種別	図書分類	要提出図書*1	摘要	種類	部数	提出時期
一般	実施計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施工程表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	実施体制表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	安全計画書			承認用	1	契約後2週間以内
	品質管理計画書	○		承認用	1	契約後2週間以内
	提出図書一覧表	○		承認用	1	契約後2週間以内
	再委託に係る承認申請書	適宜		承認用	1	契約後3週間以内
	打合せ議事録	○		参考用	1	打合せ後2週間以内
	工程実績表	○		参考用	1	月初5営業日以内
	立会申請書			参考用	1	立会前1週間以前
仕様変更	計画変更承認申請書	適宜		承認用	1	計画変更時
	打合せ議事録		打合せにて、変更が生じた場合	承認用	1	打合せ後1週間以内
物品製造	物品製作仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	品質管理仕様書			承認用	1	製作前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	発注前2週間以前
物品購入	購入仕様書			承認用	1	購入前2週間以前
	外注購入先管理表			承認用	1	購入前2週間以前
機器設置工事	施工要領書			承認用	1	施工前2週間以前
	施工図			承認用	1	施工前2週間以前
	工事報告書			参考用	1	工事完了後2週間以内
試験	試験要領書			承認用	1	試験前2週間以前
	試験報告書			参考用	1	試験後2週間以内
廃棄･撤去等	輸送、保管、廃棄に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
	仮設備の撤去･分別解体に関する仕様書	適宜		承認用	1	作業の開始前
現地検査	検査要領書（立会い要領書）			承認用	1	検査前2週間以前
	検査報告書			参考用	1	納入時
報告	最終報告書および電子記録媒体	○		参考用	別途指示	納入時
完成検査	納品書（完了届け）	○		参考用	1	納入時
	実績報告書	ー		参考用	1	納入時
	納入品一覧表	○		参考用	1	納入時
	機器一覧表			参考用	1	納入時
	工程写真			参考用	1	納入時
	官庁検査合格書等			参考用	1	納入時
	機器取扱説明書			参考用	1	納入時
	完成写真			参考用	1	納入時
	完成図書及び電子記録媒体	○	提出済図書一式（含 最終報告書）	参考用	1	納入時
支払い	請求書	○		-	1	確定後速やかに

*1.「○」は提出必須